

Christian Elting

Modellierung, Implementierung und Evaluierung von
gekoppelten Ausgabegeräten in ubiquitären
Informationssystemen

uni-edition

Erstgutachterin: Prof. Dr. rer. nat. Elisabeth André
Zweitgutachter: Prof. Dr. rer. nat. Rainer Malaka
Tag der mündlichen Prüfung: 21. Januar 2008

Modellierung, Implementierung und Evaluierung von gekoppelten Ausgabegeräten in ubiquitären Informationssystemen

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines

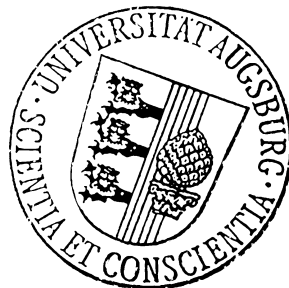
Doktors der Naturwissenschaften

der Fakultät für Angewandte Informatik

der Universität Augsburg

eingereicht von

Dipl. Inform. Christian Elting



Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Autor: Christian Elting

Modellierung, Implementierung und Evaluierung von gekoppelten Ausgabegeräten in ubiquitären Informationssystemen

Christian Elting – Berlin: uni-edition, 2008

ISBN 978-3-937151-73-1

Informationen über den Verlag und das aktuelle Buchangebot finden Sie im Internet unter www.uni-edition.de

Gedruckt auf holz- und säurefreiem Papier, 100% chlorfrei gebleicht.

© uni-edition GmbH, Berlin

Zehrendorfer Str. 11, D – 12277 Berlin

Die Verwertung der Texte und Bilder, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und strafbar. Dies gilt auch für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmung und für die Verarbeitung mit elektronischen Systemen.

Herstellung: Schaltungsdienst Lange, Berlin

Printed in Germany

ISBN 978-3-937151-73-1

Danksagung

Diese Arbeit hat von vielerlei Seiten Unterstützung erfahren, ohne die sie nicht in dieser Form hätte realisiert werden können. Ich danke Frau Prof. Dr. Elisabeth André für die Begutachtung der Arbeit, für die vielen interessanten Gespräche, für ihre Unterstützung in fachlichen wie menschlichen Belangen und für die ebenso freundschaftliche wie produktive Zusammenarbeit während meines Aufenthaltes an ihrem Lehrstuhl.

Herrn Prof. Dr. Rainer Malaka danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens. Ich danke ihm als meinem Betreuer vor Ort in Heidelberg für die interessante Themenstellung, seinen Einsatz für diese Arbeit und die Möglichkeit, sechs Jahre unter außergewöhnlich guten Bedingungen forschen zu können. Ich danke ihm für die freundschaftliche und kreative Atmosphäre, die die Arbeit innerhalb der Personal Memory Gruppe ausgezeichnet hat. Ich danke ihm neben seiner fachlichen Unterstützung insbesondere für die Gelegenheit, die Laufstrecken der Stadt Heidelberg gemeinsam kennen zu lernen.

Ich danke meinen Kolleginnen und Kollegen an der European Media Laboratory GmbH, der EML Research gGmbH und der Klaus Tschira Stiftung gGmbH für ihre Freundschaft, ihre Unterstützung und ihre Ermunterung. Insbesondere danke ich Alessandra Moschetti, Annika Scheffler und Jan Zwickel für ihr außergewöhnliches Engagement im Rahmen der Benutzerstudien. Jens Milatz danke ich für seine Hilfe bei der Implementierung von Software für eingebettete Systeme. Diese Arbeit wurde durch die Klaus Tschira Stiftung gGmbH und das Bundesministerium für Bildung und Forschung als Teil der Projekte Embassi und Dynamite (Förderkennzeichen 01 IL 904 D/2 und 01 ISC 27B) gefördert. Ich danke den externen Projektpartnern beider Projekte für die angenehme und erfolgreiche Zusammenarbeit. Der Klaus Tschira Stiftung gGmbH danke ich insbesondere für das Stipendium, das die Fertigstellung dieser Arbeit ermöglicht hat.

Beim Gegenlesen der Arbeit wurde ich immens unterstützt von Inge Elting, Eckart Scheffler, Annika Scheffler, Matthias Merdes, Alessandra Moschetti und Jan Zwickel. Vielen Dank für die zahlreichen sowie detaillierten Kommentare, Korrekturen und Anregungen. Insbesondere möchte ich meiner Familie danken, die mich in allen Belangen unterstützt hat. Besonderer Dank gebührt dabei meiner Partnerin Annika Scheffler, meiner Mutter Inge Elting, meiner Schwester Sabine Elting und meinem Bruder Frank Elting. Ganz herzlich möchte ich mich auch bei Christa Scheffler und Eckart Scheffler bedanken, die mich mit Rat und Tat enorm unterstützt haben.

Gewidmet ist diese Arbeit meiner Partnerin Annika Scheffler, die auch bei hoher See stets mein Ruhepunkt ist und mich auf Kurs hält.

Wir sind Zwerge, die auf den Schultern von Riesen sitzen.
Wir können weiter sehen als unsere Ahnen,
und in dem Maß ist unser Wissen größer als das ihrige,
und doch wären wir nichts,
würde uns die Summe ihres Wissens nicht den Weg weisen.

Bernhard von Chartres (1080-1167)

Zusammenfassung

Benutzer sind heutzutage von zahlreichen Ein- und Ausgabegeräten umgeben. Fast jeder Benutzer verfügt über einen PC, einen Fernseher, einen mobilen Kleinst-Computer (PDA) oder eine Digitalkamera. Obwohl viele dieser Geräte bereits über gemeinsame Standards kommunizieren können, fehlen noch Verfahren, um insbesondere die Ausgabe-Software und -Hardware verschiedener Geräte intelligent anzusteuern und effizient zu koppeln.

Es existieren bereits Beispiele, wo eine Kopplung mehrerer Ausgabegeräte erfolgreich verwendet wird. So verwendet z. B. die Berliner U-Bahn zwei gekoppelte Bildschirme zur Darstellung von Nachrichten. Ebenso verwenden viele Bildschirmarbeiter zwei oder mehr gekoppelte Monitore am Arbeitsplatz. Ein weiteres Beispiel ist die Nintendo DS Videospielkonsole, bei der Benutzer mittels zweier gekoppelter Bildschirme interagieren. Trotzdem existieren nur wenige Produkte, die gekoppelte Ausgabegeräte erfolgreich einsetzen, da jede Benutzerschnittstelle aufwendig an die jeweilige Gerätekombination angepasst werden muss. Aus diesem Grund wurde in dieser Arbeit nach Verfahren gesucht, um Ausgabegeräte möglichst einfach anzusteuern und automatisch Inhalt auf sie verteilen zu können.

Zur Umsetzung des Verfahrens wurde zunächst konzeptuell erarbeitet, wie Selbstbeschreibungen von Multimedia-Ausgabekomponenten (z. B. Komponenten zur Sprach- oder Bildausgabe) in Kombination mit einem Planungsansatz dazu verwendet werden können, Präsentationen automatisch auf unterschiedliche Gerätetypen verteilen zu können. Dieser Ansatz wurde in der Implementierung eines Home-Entertainment-Systems, in der ein Fernseher, ein PDA und ein elektronischer Bilderrahmen gekoppelt wurden, validiert.

Weiterhin wurden die Akzeptanz und die kognitiven Effekte von Präsentationen auf gekoppelten Ausgabegeräten untersucht. Das realisierte Home-Entertainment-System wurde zunächst durch eine Fragebogenstudie mit 56 Teilnehmern evaluiert. In der Fragebogenstudie wurde das System als „gut“ bewertet. Als bevorzugte Gerätekombination erwies sich eine Kopplung von PDA und Fernseher. Der bevorzugte Präsentationsmodus war Text-Bild.

Darüber hinaus wurden die vom System generierten Ausgaben in einer Laborstudie mit 36 Teilnehmer evaluiert. In dieser Studie wurden Ausgaben auf einem Gerät mit Ausgaben, die über mehrere Geräte verteilt sind, in Bezug auf ihre Akzeptanz und kognitive Effizienz verglichen. Dabei ergab sich, dass die Hinzunahme des elektronischen Bilderrahmens die Interaktionszeiten signifikant verringert hat, ohne dass die Erinnerungsleistung signifikant abfiel. Die Kopplung von Fernseher, PDA und elektronischem Bilderrahmen wurde gegenüber einem einzelnen Fernseher signifikant bevorzugt.

Inhaltsverzeichnis

1	Problemstellung und Ansatz	27
1.1	Thema	27
1.2	Ziel	28
1.3	Gliederung	30
2	Einleitung	33
2.1	Ubiquitäre Informationssysteme	33
2.2	Multi-modale Dialogsysteme	36
2.3	Gekoppelte und flexible Bildschirme	41
2.4	Zusammenfassung	43
3	Stand der Wissenschaft	45
3.1	Terminologie	45
3.2	Multi-modale Ausgaben auf einem Gerät	46
3.2.1	Empirische Untersuchungen	46
3.2.2	Technische Umsetzung	48
3.3	Multi-modale Ausgaben in verteilten Geräteumgebungen	51
3.3.1	Empirische Untersuchungen	52
3.3.2	Technische Umsetzung	56
3.4	Modellierung multi-modaler Ausgaben	60
3.4.1	Modalitätentheorien	61
3.4.2	Animierte Charaktere	62
3.5	Zusammenfassung	64
4	Grundlagen	67
4.1	Multi-modale Dialogsysteme	67
4.1.1	Architektur	67
4.1.2	Generierung multi-modaler Präsentationen	69
4.2	Planungsansatz	71
4.3	Unimodalitätenmodell nach Bernsen	72
5	Modellierung multi-modaler Ausgaben	75

5.1	Beispiel	75
5.2	Verteilte multi-modale Dialogsysteme	78
5.2.1	Architektur	79
5.2.2	Modelle und Abhängigkeiten der Präsentationsgenerierung	81
5.2.3	Formulierung Präsentationsproblem	83
5.3	Ad-hoc-Interoperabilität von Ausgabegeräten	86
5.3.1	Koordinationsansatz	87
5.3.2	Heuristischer Ansatz	89
5.3.3	Konfigurierbarer Ansatz	91
5.3.4	Zusammenfassung und Ansatz	92
5.4	Modellierung multi-modaler Ein-/Ausgabekomponenten	93
5.4.1	Beispiele	94
5.4.2	Vorteile des Ansatzes	97
5.4.3	Domänenunabhängiges Modell	100
5.4.4	Modellierung einer Home-Entertainment Umgebung	105
5.4.5	Beispiele für Selbstbeschreibungen	115
5.5	Präsentationsplanung	122
5.5.1	Integration Dienst-, Geräte- und Ressourcenmodell	123
5.5.2	Vorteile des Ansatzes	126
5.6	Umsetzung des Beispielszenarios	128
5.7	Zusammenfassung	131

6 Implementierung 133

6.1	Prototypimplementierung	133
6.1.1	Überblick	133
6.1.2	Modelle	135
6.1.3	Präsentationsplanung	139
6.2	Home-Entertainment mit gekoppelten Ausgabegeräten	140
6.2.1	Überblick	140
6.2.2	Präsentationen	142
6.2.3	Architektur	144
6.2.4	Modelle	146
6.2.5	Präsentationsplanung	152

6.3	Vorteile des gewählten Ansatzes	156
6.4	Zusammenfassung	156
7	Fragebogenstudie	159
7.1	Problemstellung und Hypothesen	159
7.1.1	Problemstellung	159
7.1.2	Akzeptanz von gekoppelten Ausgabegeräten	159
7.1.3	Hypothesen	162
7.2	Methode	163
7.2.1	Variablen	163
7.2.2	Teilnehmer	164
7.2.3	Materialien	164
7.2.4	Durchführung	167
7.2.5	Statistische Auswertung	167
7.3	Ergebnisse	168
7.3.1	Beschreibung der Stichprobe	169
7.3.2	Altersgruppen	170
7.3.3	Art des Messebesuchs	171
7.3.4	Erfahrungen mit Computern, Fernsehern und PDAs	171
7.3.5	Kinofilme pro Monat	172
7.3.6	Eingabemodalitäten	172
7.3.7	Ausgabemodalitäten	172
7.3.8	Gerätekombinationen	176
7.3.9	Bewertung des Gesamtsystems	177
7.3.10	Kommentare	181
7.4	Diskussion	182
7.5	Zusammenfassung	184
8	Laborstudie	187
8.1	Problemstellung und Hypothesen	187
8.1.1	Problemstellung	187
8.1.2	Kognitive Last und Effizienz von gekoppelten Ausgabegeräten	187
8.1.3	Hypothesen	191
8.2	Methode	192

8.2.1	Variablen	192
8.2.2	Teilnehmer	195
8.2.3	Materialien	195
8.2.4	Durchführung	205
8.2.5	Bewertung der erinnerten Filminhalte	208
8.2.6	Statistische Auswertung	209
8.3	Ergebnisse	210
8.3.1	Beschreibung der Stichprobe	211
8.3.2	Eingangsfragebogen	211
8.3.3	Erinnerung von Filminhalten	212
8.3.4	Betrachtungszeit	221
8.3.5	Erinnerungseffizienz	227
8.3.6	Attraktivität	230
8.3.7	Benötigte Konzentration	233
8.3.8	Häufigkeit der Betrachtung	235
8.3.9	Interesse	236
8.3.10	Beurteilung des Gesamtsystems	238
8.3.11	Störfaktoren	240
8.3.12	Kommentare	244
8.4	Diskussion	245
8.5	Zusammenfassung	253
9	Wissenschaftlicher Beitrag und Ausblick	255
9.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	255
9.2	Bearbeitung der Forschungsfragen	258
9.3	Ausblick	261
A	Implementierung	265
A.1	Präsentierte Inhalte	265
A.2	Dienst-, Geräte- und Ressourcenmodell	267
A.3	Startzustand und Operatoren des Ckuckuk-Planers	268
A.4	Beispielpräsentationen	277
B	Materialien Fragebogenstudie	283

C Materialien Laborstudie	289
C.1 Eingangsfragebogen	289
C.2 Einweisung in die Gerätekombination	290
C.3 Zwischenfragebogen	291
C.4 Abschlussfragebogen	294
 Literaturverzeichnis	 295

Tabellenverzeichnis

3.1	Übersicht über Systeme mit gekoppelten Ausgabegeräten. . . .	65
4.1	Generische Ausgabeunimodalitätenklassen.	73
5.1	Domänenunabhängiges Modell für Parameter und Status von Ausgabekomponenten.	101
5.2	Domänenunabhängiges Modell für Parameter und Status von Eingabekomponenten.	104
5.3	Multi-modale Parameter und Status für <i>agent</i> und <i>player</i> . . .	105
5.4	Verhaltensweisen von animierten Charakteren vom Typ <i>agent</i> . . .	108
5.5	Animationen für Komponenten vom Typ <i>agent</i>	109
5.6	Ausgabemedium für Komponenten vom Typ <i>agent</i>	110
5.7	Atomare Ausgabeunimodalitäten: Bernsen-Kategorien.	111
5.8	Atomare Ausgabeunimodalitäten: Parameter, Status und Geräte. . .	112
5.9	Atomare Eingabeunimodalitäten: Bernsen-Kategorien.	114
5.10	Atomare Eingabeunimodalitäten: Parameter, Status und Geräte. . .	114
5.11	Selbstbeschreibung eines Microsoft Agent-Charakters.	116
5.12	Selbstbeschreibung des TU Darmstadt Charakters.	117
5.13	Selbstbeschreibung des DFKI-Charakters Herr Kaufmann.	118
5.14	Liste der Ausgabemedien des DFKI-Charakters Herr Kaufmann. . . .	119
5.15	Selbstbeschreibung einer Sprachausgabekomponente.	119
5.16	Liste der Ausgabemedien einer Sprachausgabekomponente.	120
5.17	Selbstbeschreibung einer Komponente zur SMIL-Wiedergabe.	120
5.18	Selbstbeschreibung einer GUI-Eingabekomponente.	121
5.19	Selbstbeschreibung einer Spracherkennungskomponente.	122
5.20	Ausgabekomponenten im Beispielszenario.	127
6.1	Ausgabeziele und Verhaltensweisen des animierten Charakters. . . .	138
7.1	Abhängige Variablen der Fragebogenstudie.	163
8.1	Abhängige Variablen der Laborstudie.	193

8.2	Nachrichtenbeitrag getrennt nach Segmenten (Quelle: Tageschau.de).	196
8.3	Anzahl gleichzeitig präsentierter Segmente getrennt nach Gruppe und Bedingung.	201
8.4	Benötigte Anzahl von Ausgabeschritten zur Präsentation eines Beitrages getrennt nach Gruppe und Bedingung.	201
8.5	Reihenfolge der Präsentationsbedingungen (TB, BS, BSC) und der Folgen von Nachrichtenbeiträgen (1, 2, 3) im Versuch. . .	206
8.6	Maximal mögliche Bewertung der Erinnerungen pro Präsentationsbedingung.	208

Abbildungsverzeichnis

2.1	Anzahl von Transistoren in einer integrierten Schaltung eines Intel Prozessors (Copyright © 2005 Intel Corporation).	34
2.2	Digitaler Bilderrahmen Philips 9FF2CWO/00 (Foto: Philips). . .	35
2.3	Philips HomeLab in Eindhoven (Foto: Philips).	35
2.4	Prinzip von multi-modalen Dialogsystemen (Vorlage: Stefan Kopp).	36
2.5	Put-that-there System (Foto: [Bolt, 1980], Copyright © 1980 ACM Inc., genehmigter Nachdruck).	38
2.6	Ubiquitäres Informationssystem: Embassi Home-Entertainment-Demonstrator (Foto: European Media Laboratory).	39
2.7	Ubiquitäres Informationssystem: Intelligenter Einkaufsführer (Foto: [Wahlster & Wasinger, 2006]).	40
2.8	Berliner Fenster: Wettervorhersage auf zwei gekoppelten Monitoren.	41
2.9	Nintendo DS Videospielekonsole (Foto: Wikipedia).	42
2.10	Rollbarer Bildschirm der Firma Polymer Vision (Foto: Polymer Vision).	43
4.1	Beispiel multi-modales Dialogsystem (Vorlage: [Elting et al., 2003]).	68
4.2	Präsentationsoperator.	72
5.1	Präsentationen auf den Gerätekombinationen Fernseher-Bilderrahmen (linke Seite) und PDA (rechte Seite).	76
5.2	Präsentationen auf den Gerätekombinationen PDA-Fernseher (linke Seite) und Mobiltelefon (rechte Seite).	78
5.3	Beispiel multi-modales Dialogsystem in verteilter Geräteumgebung.	80
5.4	Abhängigkeiten von multi-modalen Präsentationen in verteilten Geräteumgebungen.	81
5.5	Datenfluss in einem verteilten multi-modalen Dialogsystem. . .	84
5.6	Präsentationsproblem in verteilten multi-modalen Dialogsystemen.	85

5.7	Statisches Modell für Ausgabedienste.	87
5.8	Dynamisches Modell für Ausgabedienste.	89
5.9	Konfigurierbares Modell für Ausgabedienste.	91
5.10	Statisches Modell für Ausgabedienste mit Trennung nach domänenunabhängigen Eigenschaften.	93
5.11	Modellierung eines animierten Charakters (Bild Charakter: TU Darmstadt).	95
5.12	Drei Ansätze zur Modellierung der Ausgabedienste einer Rendering-Komponente R_i	98
5.13	Microsoft Agent-Charakter Merlin (Nachdruck der Screen Shots mit freundlicher Erlaubnis der Microsoft Corporation).	115
5.14	Animierter Charakter der TU Darmstadt.	116
5.15	DFKI-Charakter Herr Kaufmann.	118
5.16	GUI-Eingabekomponenten aus Dynamite ([Elting & Hellen-schmidt, 2004], links) und Embassi ([Herfet et al., 2001], rechts).	121
5.17	Präsentationsplanung in verteilten multi-modalen Dialogsystemen.	123
5.18	Ablauf der Präsentationsplanung.	125
6.1	Mobiles GUI in Embassi (Foto: European Media Laboratory).	134
6.2	GUI und animierter Charakter in Embassi (Foto: European Media Laboratory).	135
6.3	Selbstbeschreibung der Charakterkomponente.	136
6.4	Selbstbeschreibung der Programmauswahl-GUI auf dem Fernseher.	137
6.5	Selbstbeschreibung der Sprachausgabekomponente.	137
6.6	Ausgabeinhalt mit Dialogakten.	138
6.7	GUI-Eingabe und animierter Charakter auf PDA (Fotos: European Media Laboratory).	140
6.8	Elektronischer Bilderrahmen und Fernseher mit animiertem Charakter.	141
6.9	PDA und Fernseher mit animiertem Charakter.	142
6.10	Bilderrahmen, PDA und Fernseher im Text-Layout.	143
6.11	Architektur des Home-Entertainment-Systems.	144
6.12	Selbstbeschreibung der Komponente zur SMIL-Wiedergabe auf dem PDA.	147

6.13	Selbstbeschreibung der Wiedergabekomponente des elektronischen Bilderrahmens.	148
6.14	Selbstbeschreibung der Sprachausgabekomponente.	149
6.15	Selbstbeschreibung der Charakterkomponente.	150
6.16	Selbstbeschreibung der Komponente zur Spracheingabe.	151
6.17	Ausgabeinhalt und -ziel.	152
6.18	Ausgabedienste der Sprachausgabe im Startzustand s_0	153
6.19	Planungsbaum für Präsentation mit PDA, Fernseher und Bilderrahmen.	154
7.1	Vp während der Demonstration am Dynamite-Stand (Bild: European Media Laboratory).	165
7.2	Histogramm für Altersintervalle von fünf Jahren.	169
7.3	Bewertungen Eingabemodalitäten für Gruppen jünger/älter 20.	173
7.4	Bewertungen Ausgabemodalitäten.	173
7.5	Bewertungen Ausgabemodalitäten für Gruppen jünger/älter als 20 Jahre.	174
7.6	Bewertungen Ausgabemodalitäten getrennt nach Art des Messebesuchs.	175
7.7	Bewertungen Ausgabemodalitäten getrennt nach PC-Nutzung.	176
7.8	Bewertungen Gerätekombinationen.	177
7.9	Bewertungen Gerätekombinationen für Gruppen bis zu drei bzw. mehr als drei Kinofilme pro Monat.	178
7.10	Histogramm Bewertung der Gesamtdemonstration.	179
7.11	Histogramm Nützlichkeit der Kombination mehrerer Geräte.	180
7.12	Histogramm Nützlichkeit der Wahl zwischen Text-/Charakter-Layout.	181
7.13	Ausgabebereitschaft für System in Euro.	182
8.1	Geräte in der Tastatur-TV-Gruppe.	197
8.2	Geräte in der Tastatur-TV-Bilderrahmen-Gruppe.	198
8.3	Geräte in der PDA-TV-Gruppe.	198
8.4	Geräte in der PDA-TV-Bilderrahmen-Gruppe.	199
8.5	TB-Bedingung in der Tastatur-TV-Gruppe.	200
8.6	TB-Bedingung in der Tastatur-TV-Bilderrahmen-Gruppe.	200
8.7	BS-Bedingung in der PDA-TV-Bilderrahmen-Gruppe.	202

8.8	TB-Bedingung in der PDA-TV-Bilderrahmen-Gruppe.	203
8.9	BS-Bedingung in der Tastatur-TV-Gruppe.	203
8.10	Histogramm für Altersintervalle von zehn Jahren.	211
8.11	Erfahrungen mit PDAs, Fernsehern, Computern und elektro- nischen Bilderrah- men.	212
8.12	Gesamtbewertung erinnerter Beiträge getrennt nach Geschlecht und Gerätekombination.	213
8.13	Gesamtbewertung erinnerter Beiträge getrennt nach Zeitpunk- ten der Präsentation.	214
8.14	Gesamtbewertung erinnerter Beiträge getrennt nach Geschlecht und Präsentationsbedingungen.	215
8.15	Gesamtbewertung erinnerter Beiträge getrennt nach Alter und Präsentationsbedingungen.	216
8.16	Bildbewertung erinnerter Beiträge getrennt nach Gerätekom- binationen.	217
8.17	Bildbewertung erinnerter Beiträge getrennt nach Präsentati- onsbedingungen.	218
8.18	Lebhaftigkeit der Erinnerungen an Beiträge getrennt nach Zeit- punkten der Präsentation.	219
8.19	Lebhaftigkeit der Erinnerungen an Beiträge getrennt nach Zeit- punkten der Präsentation eines Beitrags.	220
8.20	Zeiten pro Nachrichtenbeitrag mit Extremwerten.	222
8.21	Zeiten pro Nachrichtenbeitrag getrennt nach Gerätekombina- tionen.	223
8.22	Zeiten pro Nachrichtenbeitrag getrennt nach Zeitpunkten der Präsentation.	224
8.23	Zeiten pro Nachrichtenbeitrag getrennt nach Präsentationsbe- dingungen.	225
8.24	Zeiten pro Nachrichtenbeitrag getrennt nach Gerätekombina- tionen und Präsentationsbedingungen.	226
8.25	Erinnerungseffizienz getrennt nach Zeitpunkten der Präsenta- tion.	228
8.26	Erinnerungseffizienz getrennt nach Präsentationsbedingungen.	229
8.27	Erinnerungseffizienz getrennt nach Präsentationsbedingungen und Geschlecht.	230
8.28	Attraktivität der Ausgabemodalitäten in der BSC-Bedingung. .	231

8.29	Attraktivität der Darstellung getrennt nach Präsentationsbedingungen.	232
8.30	Benötigte Konzentration getrennt nach Präsentationsbedingungen.	233
8.31	Benötigte Konzentration getrennt nach Zeitpunkten der Präsentation.	234
8.32	Häufigkeit der Betrachtung des Fernseherers getrennt nach Gerätekombinationen.	235
8.33	Interesse am Beitrag getrennt nach Zeitpunkten der Präsentation.	237
8.34	Interesse am Beitrag getrennt nach Nachrichtenfolgen.	238
8.35	Attraktivität der Gerätekombinationen.	239
8.36	Histogramm bevorzugte Präsentationsmodi.	240
8.37	Systemfehler pro Präsentationsbedingung getrennt nach Gerätekombinationen.	241
8.38	Systemfehler pro Präsentationsbedingung getrennt nach Präsentationsbedingungen.	242
A.1	UML-Diagramm Implementierung Ausgabekomponentenmodell.	269
A.2	UML-Diagramm Implementierung Eingabekomponentenmodell.	270
A.3	Beispiel für Startzustand s_0 des Ckuckuk-Planers.	271
A.4	Operator <code>BuildPresentation</code> des Ckuckuk-Planers.	272
A.5	Operator <code>BuildSmilPresentationSingleImage</code> des Ckuckuk-Planers.	273
A.6	Operator <code>PresentStaticImage-640-480</code> des Ckuckuk-Planers.	273
A.7	Operator <code>BuildSmilPresentation</code> des Ckuckuk-Planers.	274
A.8	Operator <code>PresentStaticImageWithSpeechAndCharacter</code> des Ckuckuk-Planers.	275
A.9	Operator <code>PresentStaticImageWithSpeechAndCharacter-240-290</code> des Ckuckuk-Planers.	276
A.10	Operator <code>BuildDigiframePresentationSingleImage</code> des Ckuckuk-Planers.	277
A.11	Präsentation auf dem PDA mit Charakter (Bild: European Media Laboratory).	277

A.12 Präsentation auf dem PDA mit visuellem Text.	278
A.13 Präsentation auf dem Fernseher mit Charakter.	278
A.14 Präsentation auf dem Fernseher mit visuellem Text.	279
A.15 Präsentation auf PDA und Fernseher mit Charakter.	279
A.16 Präsentation auf PDA und Fernseher mit visuellem Text. . . .	280
A.17 Präsentation auf Fernseher und Bilderrahmen mit Charakter. .	280
A.18 Präsentation auf Fernseher und Bilderrahmen mit visuellem Text.	281
A.19 Präsentation auf PDA, Fernseher und Bilderrahmen mit Cha- rakter.	281
A.20 Präsentation auf PDA, Fernseher und Bilderrahmen mit visu- ellem Text.	282
C.1 Eingangsfragebogen, Seite 1: Einleitung und Fragen zu de- skriptiven Daten.	289
C.2 Eingangsfragebogen, Seite 2: Instruktionen.	290
C.3 Einleitung auf Fernseher, Seite 1.	290
C.4 Einleitung auf Fernseher, Seite 2.	291
C.5 Einleitung auf Fernseher, Seite 3.	291
C.6 Zwischenfragebogen, Teil A: Fragen zur Präsentationsbedin- gung (hier BSC).	292
C.7 Zwischenfragebogen, Teil B: Abfrage der erinnerten Nach- richtentitel.	292
C.8 Zwischenfragebogen, Teil C: Abfrage der erinnerten Nach- richteninhalte.	293
C.9 Zwischenfragebogen, Teil D: Abfrage der Gerätenutzung. . . .	293
C.10 Abschlussfragebogen in der PDA-TV-Bilderrahmen-Gruppe. .	294